SciCell

ODBORNÝ MAGAZÍN

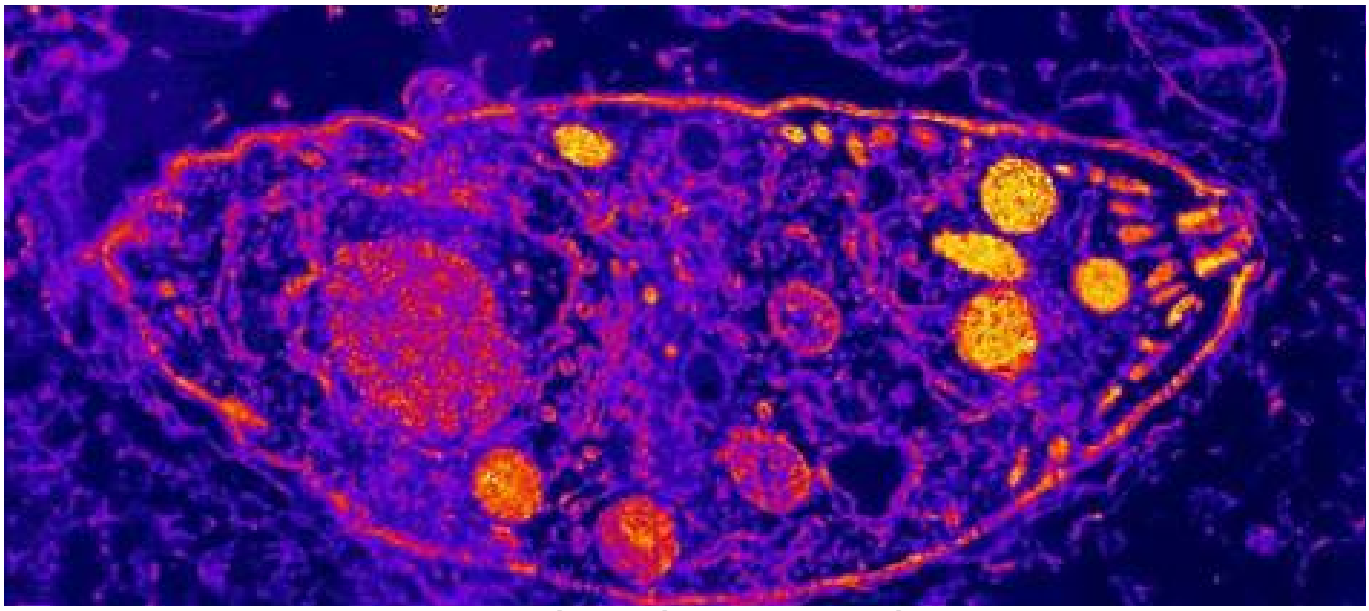
WWW.SCICELL.ORG

2026



ISSN 2585-9137
Vydavateľstvo SciCell

SciCell Magazín



Toxoplasma gondii mení správanie ľudí

Publikované 8. júla 2020

NCBnews

Františka Medvecká, Lukáš Hleba
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Fakulta biotechnológie a potravinárstva, Katedra mikrobiológie – Mikrobiológia a parazitológia

História a charakteristika *Toxoplasma gondii*

Pôvodca toxoplazmózy, prvok – *T. gondii*, bol objavený v roku 1908 súčasne na dvoch kontinentoch. Dvaja francúzsky vedci Charles Nocolle a Louis Herbert Manceaux popísali tohto parazitárneho prvoka u hlodavca gundiho saharského *Ctenodactylus gundi*, ktorý žije v severnej Afrike (Maroko, Líbya, Tunis, Alžír). V roku 1923 sa podarilo českému oftalmológovi Jozefovi Jankuovi popísať tkanivové cysty parazita v oku 11 mesačného chlapčeka trpiaceho hydrocefalom, ľavostranným mikroftalmom degeneratívnymi ložiskami lokalizované v oblasti žltej škvrny. Parazit bol izolovaný ako pôvodca kongenitálnej encefalitídy americkými autormi A. Wolfom, D. Cowenem a B. H. Paigom (1937 až 1939). *T. gondii* je považovaná za závažné a potenciálne smrteľné ochorenie dospelých po tom, čo sa objavila toxoplazmová encefalitída v niekoľkých prípadoch u pacientov s leukémiou S odstupom času sa vo väčšej miere zaznamenala ako príčina morbidity u pacientov s imunitným deficitom, vrátane pacientov trpiacich na AIDS.

Toxoplazmóza patrí medzi pomerne rozšírené infekčné ochorenie, ktoré postihuje takmer jednu tretinu celkovej svetovej populácie. Globálne ide o jednu z najčastejších parazitárnych zoonóz, pri ktorých dochádza k prenosu nákazy zo zvierat na človeka. Vzhľadom na to, že tento parazit nie je druhovo špecifický, postihuje nielen človeka, ale aj domáce a divo žijúce zvieratá. *Toxoplasma gondii* je obligátny intracelulárny parazitický jednobunkový prvok (konkrétne apicomplexan), ktorý spôsobuje infekčnú chorobu toxoplazmózu. Systematicky sa zaraďuje do ríše protozoa, kmeňa *Apicomplexa*, triedy *Coccidia*, Radu *Eucoccidiorida*, čeľaď *Sarcocystidae*, Rodu *Toxoplazma*, druh *Toxoplazma gondii*.

Životný cyklus *T. gondii*

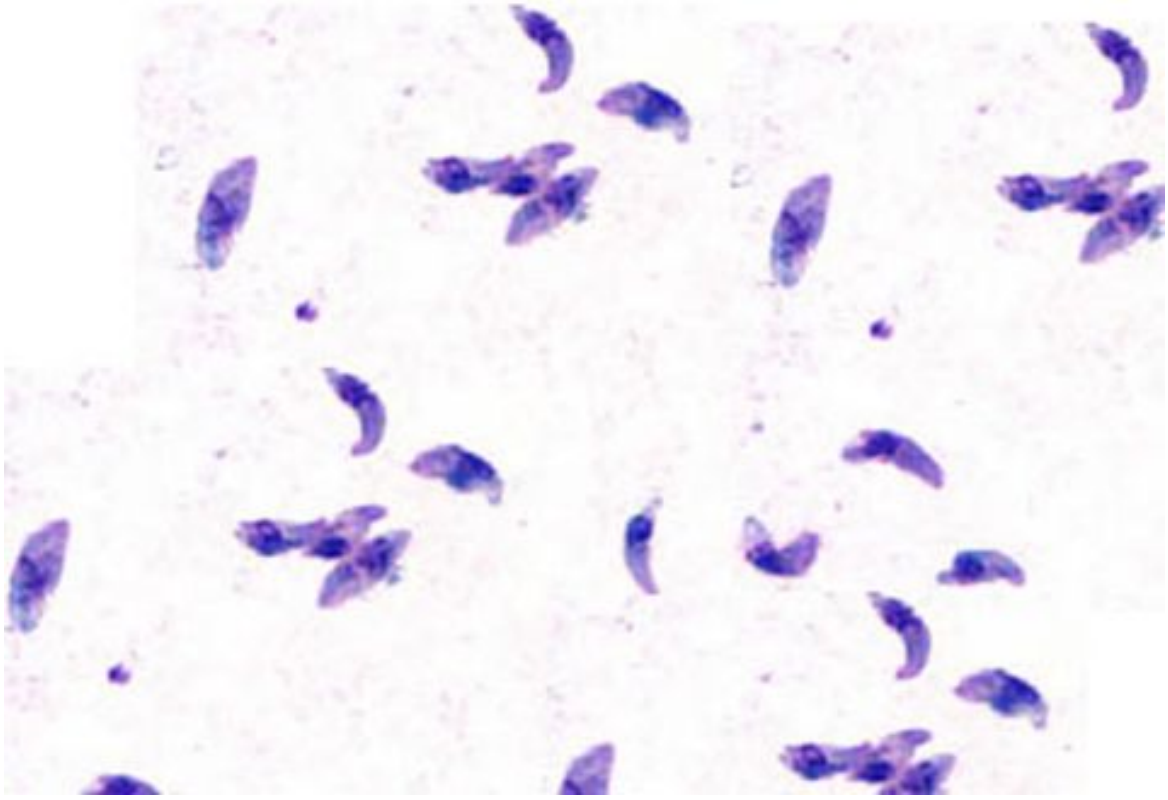
Je to druh polyxénneho parazita (parazit, ktorý sa vyznačuje viacerými hostiteľmi), ktorý má zložitý vývojový cyklus a rad morfologicky odlišných štádií .

Životný cyklus *T. gondii* možno zhrnúť do dvoch častí: pohlavný cyklus, ktorá sa vyskytuje iba u mačiek (mačkovité, divoké alebo domáce), a nepohlavný cyklus, ktorá sa môže vyskytnúť prakticky u všetkých teplokrvných zvierat vrátane ľudí, mačiek, a vtákov.

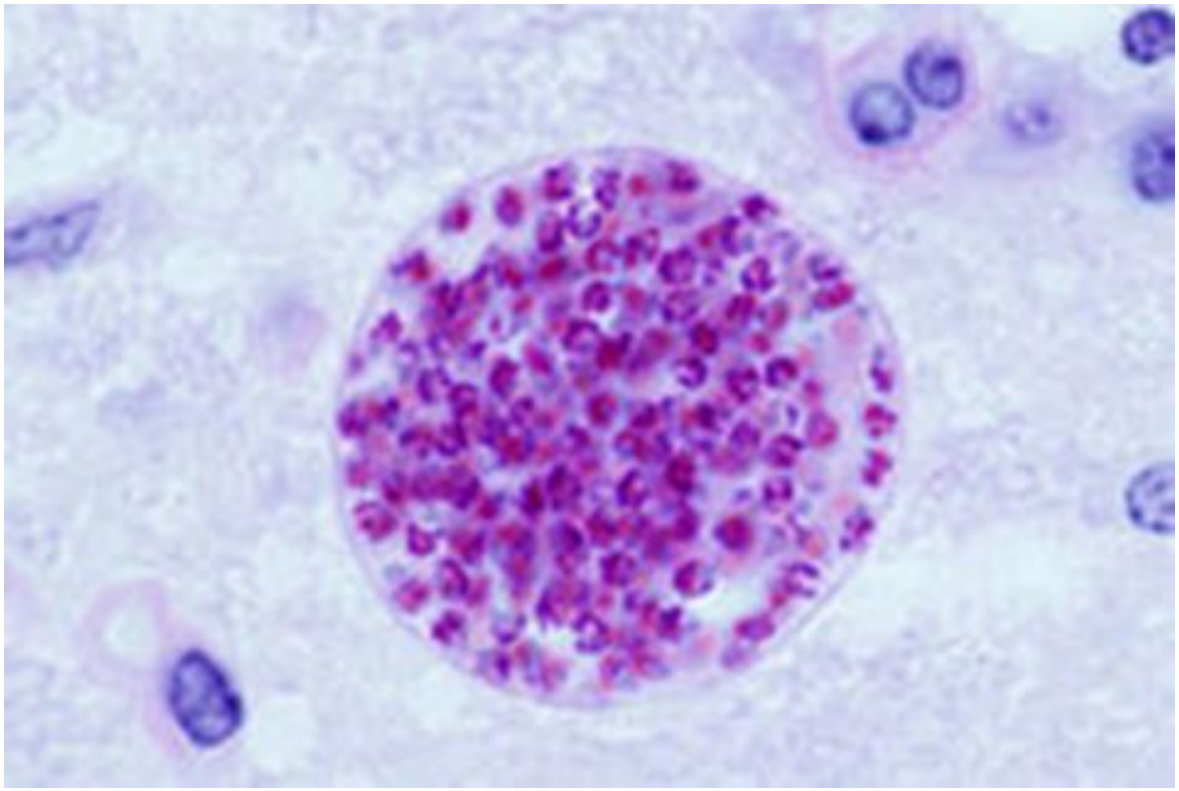
Počas nepohlavného cyklu sa striedajú dve štádiá – bradyzoity (kľudová forma) sú dlhodobo prítomné v tkanivových cystách pri latentnej infekcii, tachyzoity (rýchlo sa množiace formy) sú prítomné v organizme počas akútnej infekcie (primoinfekeie) alebo pri reaktivácii latentnej infekcie a počas pohlavného cyklu sa vytvárajú sporozoity (štádium vzniknuté sexuálnym vývojom) sú vylučované v oocystách definitívnym hostiteľom, ktoré dokážu žiť vo vonkajšom prostredí a sú odolné voči poveternostným podmienkam.

Nepohlavný cyklus prebieha v orgánoch medzihostiteľa (zviera, človek). Sporocysty napádajú bunky s jadrom. Tu dôjde k jej rozmnoženiu rozdelením na dve dcérske bunky, ktoré sa od materskej bunky oddelia a materská bunka zaniká. Tento proces sa opakuje tak dlho, pokým sa bunka hostiteľa nenaplní a nepraskne. Tým sa do krvného obehu dostanú tzv. tachyzoity. Tento proces sa opakuje každých 6 hodín. Táto fáza sa nazýva aj akútna toxoplazmóza.

Termín tachyzoit (z gr. tachos = rýchlosť) vytvoril Frenkel na základe rýchlo sa množiacej formy v organizme hostiteľa v priebehu akútnej infekcie. Vegetatívna forma má vo väčšine prípadov typický tvar polmesiaca, približne 2 – 6 µm so špicatou prednou časťou a zaobleným koncom. Termín tachyzoit je často nahrádzaný termínom trofozoit. Sú v organizme prítomné len krátku dobu po získaní infekcie kým t. gondii prejde do latentnej formy. Termín bradyzoit (z gr. brady = pomalá) vytvoril tiež Frenkel. Bradyzoity sa niekedy nazývajú aj iným termínom napr. cystozoity. Ide o kľudovú formu, ktorá sa dlhodobo vyskytuje v organizme v priebehu chronickej (latentnej) infekcie. V chronickom štádiu dochádza k spomaleniu alebo až zastaveniu rozmnožovania na základe imunitnej odpovede hostiteľského organizmu a za spolu účasti hostiteľskej bunky sa tvoria tkanivové cysty s veľkosťou 15 – 100 µm.

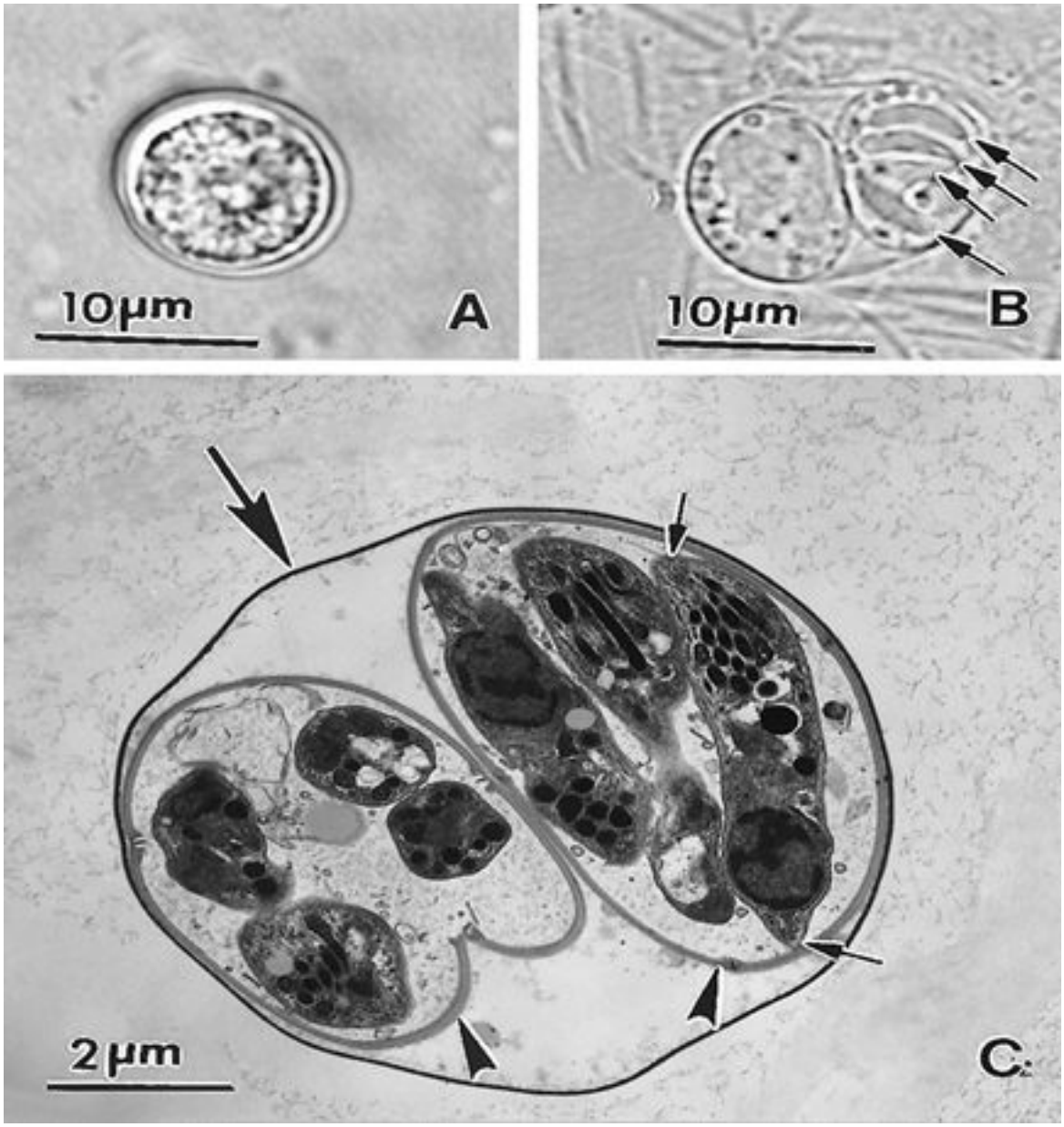


Tachyzoit *Toxoplasma gondii* (Zdroj: Microbeonline)



Bradyzoit Toxoplasma gondii (Zdroj: wikipedia)

V tkanivových cystách sa vytvára niekoľko desiatok až stoviek, pomaly sa množiacich trofozoitov, nazývaných bradyzoity. Tkanivové cysty sa vzájomné odlišujú vo veľkosti. Mladé tkanivové cysty sú malé, v priemere dosahujú 5 µm a obsahujú len 2 bradyzoity, zatiaľ čo tie staršie môžu obsahovať stovky bradyzoitov. Sú veľmi odolné a spoľahlivo sa zničia pri vysokej teplote alebo hlbokým zamrazením. Tkanivové cysty v mozgu sú väčšinou globulárne a zriedka môžu dosahovať v priemere 70 µm, kde naproti intramuskulárne cysty sú predlžené a dosahujú až 100 µm. Hoci tkanivové cysty sa môžu vyvinúť vo viscelárnych orgánoch vrátane pľúc, pečene, obličiek, ale viac ich prevláda v nervových a svalových tkanivách, vrátane mozgu, očí, kostrového a srdcového svalstva. Toxoplazmóza sa nedá vyliečiť. Nakazený človek ostane nakazeným do konca života. Práve latentná forma mení správanie ľudí. Pohlavný cyklus prebieha v epitelových bunkách tenkého čreva konečného hostiteľa (mačky). Vo vnútri týchto črevných buniek paraziti vytvárajú milióny cýst s hrubou stenou, zygotami známych ako oocysty. Oocysty sú guľovitého tvaru v priemere 10-12 µm. Tie sa neskôr dostanú do prostredia výkalmi mačiek. Oocysty potom sporulujú počas 3 – 4 dní a vznikajú infekčné sporocysty, ktoré sú vo vonkajšom prostredí (vlhká zem, piesok) schopné prežiť až 1 rok. Po požití sporocysty sekundárnym hostiteľom dochádza k uvoľneniu sporozoitov, ktoré sa šíria krvou, lymfou a aktívnou inváziou buniek.



Oocysta Toxoplasma gondii (Zdroj: ASM)

Spôsob nákazy

Ľudia môžu byť vystavení oocystám, napríklad tým, že konzumujú nedostatočne umytú zeleninu alebo kontaminovanú vodu, alebo manipuláciou so stolicami (podstielkou) infikovanej mačky. „Nakaziť sa môžeme takisto manipuláciou so záhradnou pôdou bez použitia ochranných rukavíc. Ďalším zdrojom nákazy môže byť surové alebo nedovarené mäso, pričom nebezpečná je najmä zverina, a tiež bravčové alebo králičie mäso pochádzajúce z domáceho chovu. Existujú dokonca náznaky, že by sa toxoplazmóza mohla z muža na ženu prenášať aj pohlavným stykom. Zdrojom nákazy prakticky nikdy nebýva kontakt s mačkou," upozorňuje Flegr.

Prejavy ochorenia

Dlho sa myslelo, že je latentná toxoplazmóza úplne neškodná. V súčasnosti je však jasné, že má celý rad závažných negatívnych zdravotných dôsledkov – zvyšuje pravdepodobnosť množstva ochorení,

predovšetkým ochorení imunitného systému, tráviacej sústavy, môže viesť k potratom, poruchám vývoja plodu, ochorenia podobného chrípke, slepote a ťažkostí neuropsychiatrického charakteru alebo dokonca smrti.

Nedávne štúdie preukázali, že latentná finfekcia T. gondii môže meniť parametre správania ľudí a hlodavcov. Tieto zmeny u hlodavcov sú pomenované termínom „manipulácia parazitom“ a u človeka „obmedzenie parazitom“. Vzťah medzi latentnou toxoplazmózou a behaviorálnou manipuláciou u infikovaných ľudí je rozdielny na základe pohlavia. Napadnutý muž je podozrievavejší, nerád rešpektuje spoločenské normy, vrátane napríklad pravidiel cestnej premávky. Žena je svedomitá, láskavá, dôverčivejšia. Rozdiely sú aj v reakčných časoch, čo znamená, že pomalšie reagujú na nejaký podnet, napríklad jedinec pomalšie uskočí pred autom. Bol tiež spájaný s duševnými poruchami vrátane schizofrénie a bipolárnej poruchy.

Vedci objavili, že Toxoplasma gondii má vplyv na hladinu cytokínov, nervového prenášača dopamínu a enzýmu, ktorý hrá dôležitú úlohu v jeho syntéze. Dokázalo sa, že toxoplazmóza zvyšuje koncentráciu dopamínu v mozgu u infikovaných medzihostiteľoch vrátane človeka. Genóm parazita obsahuje unikátne gény kódujúce enzýmy (tyrozín, hydrolázy), ktoré majú úlohu pri syntéze dopamínu v určitých oblastiach mozgu, predpokladá sa, že sa zúčastňuje pri vzniku a priebehu schizofrénie.

Toxoplazma navyše mení stabilitu a degradáciu bielkovín v hostiteľských bunkách a potenciálne prispieva k ich nesprávnemu poskladaniu. Okrem toho narúša niektoré kritické hostiteľskej signalizačné dráhy. Prinajmenšom nápadný je tiež jej rušivý vplyv na dráhy, ktorých nesprávne fungovanie vedie k epilepsii, neurodegeneratívnym ochoreniam, motorickým ochoreniam a rakovine mozgu. Vplyv tohto prvoka na ľudské zdravie tak môže byť ešte zásadnejší, než ktokoľvek doteraz predpokladal. Ukázalo sa, že T. gondii mení správanie infikovaných hlodavcov spôsobmi, ktoré zvyšujú pravdepodobnosť, že sa hlodavce nechajú uloviť mačkami. Zdravé myši sa vyhýbajú miestam, kde cítia mačku. Nakazené myši, naopak, také miesta vyhľadávajú. Navyše, majú spomalené reakcie, vykazujú viac pohybovej aktivity, majú znížený strach z novosti a problematickejšie rozpoznávajú nové podnety. Podpora tejto „manipulačnej hypotézy“ vychádza zo štúdií, ktoré ukazujú, že potkany infikované T. gondii majú zníženú averziu voči moču mačiek. Takéto manipulácie správania sa považujú za evolučnú adaptáciu, ktorá zvyšuje reprodukčný úspech parazita.

Preventívne opatrenia

• dostatočná hygiena potravín, prevencia infekcie z mäsa, vajec, mlieka – nekonzumovať surové a nedostatočne tepelne upravené mäso, vajcia, nepasterizované mlieko

• dodržiavanie zásad osobnej hygieny, umývanie rúk po manipulácii so surovým mäsom

• sérologické vyšetrenie tehotných žien

• obmedzenie styku s mačkami a materiálmi kontaminovanými fekáliami mačiek (hlavne gravidné ženy), používanie rukavíc

• doma chované mačky nekŕmiť surovým mäsom, pravidelné veterinárne vyšetrenie

Použitá literatúra

BERDOY M, WEBSTER JP, Macdonald DW (August 2000). „Fatal attraction in rats infected with Toxoplasma gondii“. Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences. 267 (1452): 1591–4. doi:10.1098/rspb.2000.1182. PMC 1690701. PMID 11007336. online: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1690701/

BOTEK, Norbert. 2015. *Priame a nepriame diagnostické metódy používané pri detekcii ochorenia spôsobeného T.gondii* : bakalárska práca [online]. Trnava : Trnavská Univerzita. 70s. Dostupné na :

https://opac.crzp.sk/?fn=detailBiblioForm&sid=2EA0EB8F50B4443ADDE9D1A85628

„Cat parasite linked to mental illness, schizophrenia“. CBS. Retrieved 23 September 2015. online: https://www.cbsnews.com/news/cat-parasite-toxoplasma-gondii-linked-to-mental-illness-schizophrenia/

„CDC – About Parasites“. Retrieved 12 March 2013. online: https://www.cdc.gov/parasites/about.html

„CDC – Toxoplasmosis – Biology“. 17 March 2015. Retrieved 14 June 2015. online: https://www.cdc.gov/parasites/toxoplasmosis/biology.html

CDC Parasites – Toxoplasmosis (Toxoplasma infection) – Disease“. Retrieved 12 March 2013. online: https://www.cdc.gov/parasites/toxoplasmosis/disease.html

ČATÁR G., ČERVEŇ D., JALILI N. Toxoplasma gondii. http://bmj.fmed.uniba.sk/1998/09911-04.pdf

FLEGR J, PRANDOTA J, SOVIČKOVÁ M, Israili ZH (March 2014). „Toxoplasmosis–a global threat. Correlation of latent toxoplasmosis with specific disease burden in a set of 88 countries“. PLOS ONE. 9 (3): e90203. Bibcode:2014PLoSO...990203F. doi:10.1371/journal.pone.0090203. PMC 3963851. PMID 24662942. online: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3963851/

FLEGR, J. 2013. Influence of latent Toxoplazma infekction on human presonality, physiology and morphology: pros and cons of the Toxoplasma-human model in studying the manipulation hypothesis. In Journal of Experimantal Biology [online]. 2013, vol. 216, no. 1, p 127-133. Dostupné na : https://jeb.biologists.org/content/216/1/127

FLEGR J. TOMAN J. 2017. „Toxka“ metlou lidstva? Nákaza toxoplazmou možná přispívá k rozvoji dlouhé řady neurologických a neurodegenerativních chorob.Věda ve čtivé podobě: Co jsme napsali & co jsme přečetli. Online: https://bigl.flegr.com/toxka-metlou-lidstva-nakaza-toxoplazmou-mozna-prispiva-k-rozvoji-dlouhe-rady-neurologickych-neurodegenerativnich-chorob/

KNOLL, Laura J.; DUBEY, J. P.; WILSON, Sarah K.; GENOVA, Bruno Martorelli Di (2019-07-01). „Intestinal delta-6-desaturase activity determines host range for Toxoplasma sexual reproduction“. bioRxiv: 688580. doi:10.1101/688580. onlline: https://www.biorxiv.org/content/10.1101/688580v1

https://plus.rozhlas.cz/vymycenim-toxoplazmozy-bychom-usetrili-pres-20-nakladu-na-zdravotnictvi-tvrdi-8082463

https://sk.wikipedia.org/wiki/Toxoplazma_oby%C4%8Dajn%C3%A1

https://vysetrenie.zoznam.sk/cl/1001047/1653881/Parazitolog-Jaroslav-Flegr–Tretina-z-nas-ma-v-tele-nebezpecnu-toxoplazmu

https://en.wikipedia.org/wiki/Toxoplasma_gondii#Behavioral_differences_of_infected_hosts

https://www.novinky.cz/zena/zdravi/clanek/profesor-jaroslav-flegr-toxoplasma-gondii-umi-menit-sexualni-chovani-lidi-315189

http://www.vzbb.sk/sk/urad/narodne_centra/images/toxoplazmoza.pdf